

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-231074

(43)Date of publication of application : 16.08.2002

(51)Int.Cl.

H01B 13/00

G06F 17/50

H02G 3/38

(21)Application number : 2001-019197

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE  
FURUKAWA AUTOMOTIVE PARTS  
INC

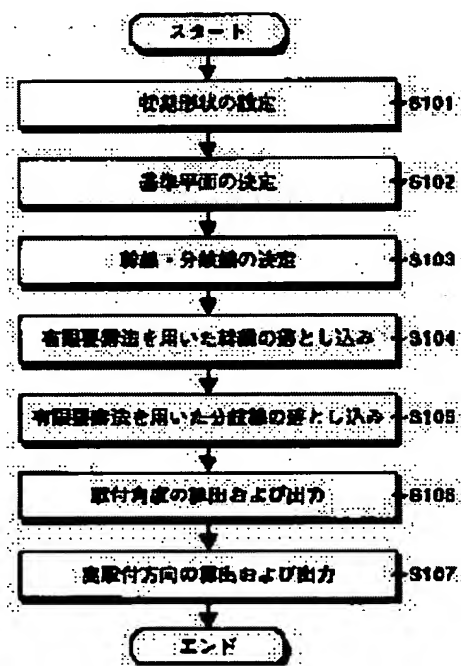
(22)Date of filing : 26.01.2001

(72)Inventor : OSAKI SHOJI  
FUKUSHIMA MINORU  
ASAI KAZUHISA  
IWAZAWA KATSUMI  
SASAKI YOSHITAKA  
NAIKI AYAKO  
SHIBATA KEIICHI(54) DESIGN METHOD OF WIRE HARNESS AND PROGRAM TO IMPLEMENT THE METHOD  
BY COMPUTER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To minimize the strain that may be brought about to the wire harness after development when the 3-dimensional shape of the wire harness is developed on the two dimensional plane and also to enable to grasp easily the attaching position of parts.

**SOLUTION:** The 3-dimensional data is converted into an equivalent 3-dimensional data that is a center line data having the thickness size information (S101), the base plane for developing the equivalent 3-dimensional data into two dimensional one is determined (S102), the equivalent 3-dimensional data is classified into trunk data and the other branch line data (S103), the trunk data is linearized, and the trunk data is developed using a finite element method on the base plane in the state where the strain energy of the trunk data becomes minimum (S104), and the branch line data is changed into segments and the branch line data is developed using the finite element method on the base plane in the state where the strain energy of the branch line data becomes minimum (S105).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of  
rejection][Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-231074

(P2002-231074A)

(43) 公開日 平成14年8月16日 (2002.8.16)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テグメント (参考)
H 0 1 B 13/00	5 1 3	H 0 1 B 13/00	5 1 3 Z 5 B 0 4 6
G 0 6 F 17/50	6 1 2	G 0 6 F 17/50	6 1 2 H 5 G 3 6 3
	6 3 4		6 3 4 C
	6 5 0		6 5 0 Z
H 0 2 G 3/38		H 0 2 G 3/28	F
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-19197(P2001-19197)

(22) 出願日 平成13年1月26日 (2001.1.26)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(71) 出願人 391045897

古河オートモーティブパーツ株式会社

滋賀県犬上郡甲良町尼子1000番地

(72) 発明者 大崎 祥司

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

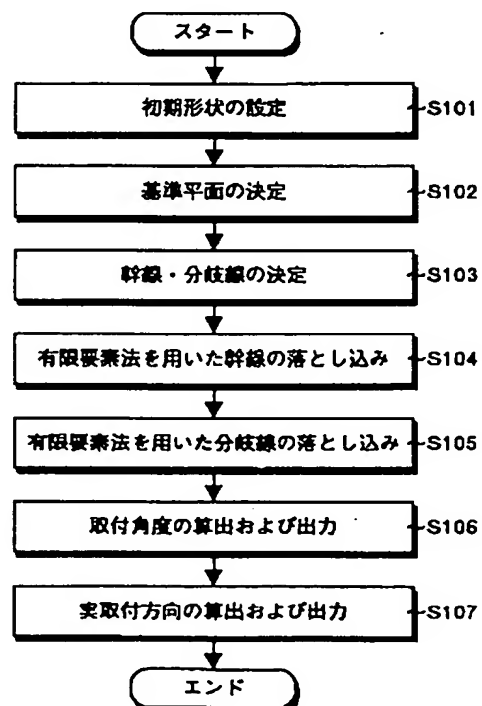
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイヤハーネスの設計方法およびこの方法をコンピュータに実行させるプログラム

## (57) 【要約】

【課題】 ワイヤハーネスの3次元形状を2次元平面に展開する際、展開後におけるワイヤハーネスに生じた歪みが最小となり、しかも部品の取付位置を容易に把握できること。

【解決手段】 3次元形状データを、太さ情報をもつ中心線データである等価3次元データに変換し (S101)、等価3次元データを2次元に展開する基準平面を決定し (S102)、等価3次元データを幹線データとその他の支線データとに区分し (S103)、幹線データを直線化し、有限要素法を用いて該幹線データの歪みエネルギーが最小となる状態で該幹線データを基準平面上に展開し (S104)、そして、支線データを線分化し、有限要素法を用いて該支線データの歪みエネルギーが最小となる状態で該支線データを基準平面上に展開する (S105)。



## 【特許請求の範囲】

1  
-【請求項 1】 ワイヤーハーネスの 3 次元形状を示す 3 次元データを 2 次元データに変換し、この 2 次元データをもとにワイヤーハーネスを設計するワイヤーハーネスの設計方法において、

前記 3 次元データを、太さ情報をもつ中心線データである等価 3 次元データに変換する変換工程と、

前記等価 3 次元データを 2 次元に展開する基準平面を決定する基準平面決定工程と、

前記等価 3 次元データを幹線データとその他の支線データとに区分する区分工程と、

前記幹線データを直線化し、有限要素法を用いて該幹線データの歪みエネルギーが最小となる状態で該幹線データを前記基準平面上に展開する第 1 展開工程と、

前記支線データを線分化し、有限要素法を用いて該支線データの歪みエネルギーが最小となる状態で該支線データを前記基準平面上に展開する第 2 展開工程と、を含むことを特徴とするワイヤーハーネスの設計方法。

【請求項 2】 前記変換工程は、前記 3 次元データから、太さ情報をもつ中心線データに変換するとともに、前記ワイヤーハーネスが取り付けられる部品要素の取付位置と取付方向とを該中心線データにさらに付加した補正 3 次元データに変換することを特徴とする請求項 1 に記載のワイヤーハーネスの設計方法。

【請求項 3】 ワイヤーハーネスの 3 次元形状である 3 次元データを 2 次元データに変換し、この 2 次元データをもとにワイヤーハーネスを設計するワイヤーハーネスの設計方法において、

前記 3 次元データから、太さ情報をもつ中心線データに変換するとともに、前記ワイヤーハーネスが取り付けられる部品要素の取付位置と取付方向とを該中心線データにさらに付加した等価 3 次元データに変換する変換工程と、

前記等価 3 次元データを 2 次元に展開する基準平面を決定する基準平面決定工程と、

前記等価 3 次元データを幹線データとその他の支線データとに区分する区分工程と、

前記幹線データを直線化し、該幹線データを前記基準平面上に展開する第 1 展開工程と、

前記支線データを線分化し、該支線データを前記基準平面上に展開する第 2 展開工程と、

を含むことを特徴とするワイヤーハーネスの設計方法。

【請求項 4】 前記部品要素の取付位置における取付方向と前記基準平面との角度を算出する角度算出工程と、前記角度算出工程によって算出された角度を出力する出力工程と、

をさらに含むことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載のワイヤーハーネスの設計方法。

【請求項 5】 前記角度算出工程によって算出された角度をもとに、複数の所定方向と前記部品要素の取付位置

における取付方向との間の角度が最小となる所定方向を決定する方向決定工程と、

前記方向決定工程によって決定された方向を出力する取付方向出力工程と、

をさらに含むことを特徴とする請求項 4 に記載のワイヤーハーネスの設計方法。

【請求項 6】 2 次元空間に展開されたワイヤーハーネスの 2 次元データを該ワイヤーハーネスが取り付けられる 3 次元空間上に復元してワイヤーハーネスの設計を支援するワイヤーハーネスの設計方法において、

前記 2 次元データを前記 3 次元空間上の配置位置に変換する変換工程と、

有限要素法を用いて前記変換工程によって変換されたワイヤーハーネス上の歪みエネルギーを算出する算出工程と、

を含むことを特徴とするワイヤーハーネスの設計方法。

【請求項 7】 前記算出工程によって算出された前記歪みエネルギーを表示出力する表示出力工程をさらに含むことを特徴とする請求項 6 に記載のワイヤーハーネスの設計方法。

【請求項 8】 前記変換工程が変換する 2 次元データは、部品要素の取付位置における該部品要素の取付方向が所定方向に修正されたデータであることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載のワイヤーハーネスの設計方法。

【請求項 9】 請求項 1 ～ 8 に記載されたいずれかの方法をコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、車両や各種電気製品などの各種装置に組み込まれるワイヤーハーネスの 3 次元形状を示す 3 次元データを 2 次元データに変換し、この 2 次元データをもとにワイヤーハーネスを設計し、さらに、この 2 次元データを該ワイヤーハーネスが取り付けられる 3 次元空間上に展開してワイヤーハーネスの設計を支援することができるワイヤーハーネスの設計方法およびこの方法をコンピュータに実行させるプログラムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、ワイヤーハーネスを設計する場合、CAD などによって生成されたワイヤーハーネスの 3 次元形状データおよび回路情報をもとに、直接、ASSY（製造用組立）板を作成し、この ASSY 板上でワイヤーハーネスを製造するようにしていた。しかしながら、3 次元形状データおよび回路情報をもとに、直接 ASSY 板を作成するのは困難であり、熟練を要するとともに、ASSY 板作成に多大な時間と労力がかかるという問題点があった。

【0003】このため、近年では、3 次元形状データを一旦、2 次元データに変換し、この変換された 2 次元デ

ータを用いてASSY図を生成し、このASSY図をもとにワイヤーハーネスを設計するようにしている。ワイヤーハーネスの3次元形状データを2次元データに等価的に変換することができれば、ASSY図およびASSY板の作成が容易になり、ワイヤーハーネスが組み込まれる車両や電気製品などの装置の開発期間が短縮されることになる。

【0004】ワイヤーハーネスの3次元データを2次元データに変換する方法については、たとえば、米国特許5,506,950号に開示されたものがある。この開示された方法によれば、ワイヤーハーネスを2次元平面に展開する際、ワイヤーハーネスを構成する要素の曲げ半径が所定値以内になるようにして、ワイヤーハーネスを取り付ける際に、ねじれやまげが生じないようにし、ワイヤーハーネスが、取付対象の装置に確実に取り付けられるようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の方法では、ワイヤーハーネスの2次元平面への展開時に最小曲げ半径を考慮しているものの、この最小曲げ半径は、ワイヤーハーネスに対して局所的なものであり、この最小曲げ半径だけでは、ワイヤーハーネスの組み付け時に生じる歪みを確実に取り除くことができない場合が生じ、最悪の場合、ワイヤーハーネスを組み付けることができなくなる場合が生じるという問題点があった。

【0006】また、ASSY板上では、ワイヤーハーネスを組み付けるためのクランプやコネクタなどの部品が取り付けられるが、従来は、この部品の取付位置における取付方向を考慮していないため、ASSY板上で部品を取り付ける際、この部品の取付方向を3次元データから読み取る必要があり、この読み取りに多大な時間と労力がかかるという問題点があった。

【0007】一方、ASSY板上で作成されたワイヤーハーネスが実装置に組み付けられる際、実装置に確実に組み付けられ、しかも実装置における配置上の干渉が生じないことを確認したいという要望がある。

【0008】この発明は上記に鑑みてなされたもので、ワイヤーハーネスの3次元形状を2次元平面に展開する際、展開後におけるワイヤーハーネスに生じた歪みが最小となり、しかも部品の取付位置を容易に把握することができ、あるいは、2次元平面に展開されたワイヤーハーネスを3次元に復した場合に生じる歪みを最小とすることができ、実装置に確実に取り付けられることを確認することができるワイヤーハーネスの設計方法およびこの方法をコンピュータに実行させるプログラムを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1にかかるワイヤーハーネスの設計方法は、

ワイヤーハーネスの3次元形状を示す3次元データを2次元データに変換し、この2次元データをもとにワイヤーハーネスを設計するワイヤーハーネスの設計方法において、前記3次元データを、太さ情報をもつ中心線データである等価3次元データに変換する変換工程と、前記等価3次元データを2次元に展開する基準平面を決定する基準平面決定工程と、前記等価3次元データを幹線データとその他の支線データとに区分する区分工程と、前記幹線データを直線化し、有限要素法を用いて該幹線データの歪みエネルギーが最小となる状態で該幹線データを前記基準平面上に展開する第1展開工程と、前記支線データを線分化し、有限要素法を用いて該支線データの歪みエネルギーが最小となる状態で該支線データを前記基準平面上に展開する第2展開工程と、を含むことを特徴とする。

【0010】この請求項1の発明によれば、まず、変換工程によって、ワイヤーハーネスの3次元データを、太さ情報をもつ中心線データである等価3次元データに変換し、基準平面決定工程によって、前記等価3次元データを2次元に展開し、区分工程によって、前記等価3次元データを幹線データとその他の支線データとに区分し、第1展開工程によって、前記幹線データを直線化し、有限要素法を用いて該幹線データの歪みエネルギーが最小となる状態で該幹線データを前記基準平面上に展開し、第2展開工程によって、前記支線データを線分化し、有限要素法を用いて該支線データの歪みエネルギーが最小となる状態で該支線データを前記基準平面上に展開するようにし、展開された2次元データは、有限要素法によって、歪みエネルギーが最小となるように展開される。

【0011】また、請求項2にかかるワイヤーハーネスの設計方法は、上記の発明において、前記変換工程は、前記3次元データから、太さ情報をもつ中心線データに変換するとともに、前記ワイヤーハーネスが取り付けられる部品要素の取付位置と取付方向とを該中心線データにさらに付加した補正3次元データに変換することを特徴とする。

【0012】この請求項2の発明によれば、前記変換工程が、前記3次元データから、太さ情報をもつ中心線データに変換するとともに、前記ワイヤーハーネスが取り付けられる部品要素の取付位置と取付方向とを該中心線データにさらに付加した補正3次元データに変換するようにしている。

【0013】また、請求項3にかかるワイヤーハーネスの設計方法は、ワイヤーハーネスの3次元形状である3次元データを2次元データに変換し、この2次元データをもとにワイヤーハーネスを設計するワイヤーハーネスの設計方法において、前記3次元データから、太さ情報をもつ中心線データに変換するとともに、前記ワイヤーハーネスが取り付けられる部品要素の取付位置と取付方

向とを該中心線データにさらに付加した等価 3 次元データに変換する変換工程と、前記等価 3 次元データを 2 次元に展開する基準平面を決定する基準平面決定工程と、前記等価 3 次元データを幹線データとその他の支線データとに区分する区分工程と、前記幹線データを直線化し、該幹線データを前記基準平面上に展開する第 1 展開工程と、前記支線データを線分化し、該支線データを前記基準平面上に展開する第 2 展開工程と、を含むことを特徴とする。

【0014】この請求項 3 の発明によれば、変換工程によって、ワイヤーハーネスの 3 次元データから、太さ情報をもつ中心線データに変換するとともに、前記ワイヤーハーネスが取り付けられる部品要素の取付位置と取付方向とを該中心線データにさらに付加した等価 3 次元データに変換し、基準平面決定工程によって、前記等価 3 次元データを 2 次元に展開する基準平面を決定し、区分工程によって、前記等価 3 次元データを幹線データとその他の支線データとに区分し、第 1 展開工程によって、前記幹線データを直線化し、該幹線データを前記基準平面上に展開し、第 2 展開工程によって、前記支線データを線分化し、該支線データを前記基準平面上に展開するようにし、2 次元データへの展開後における部品要素の取付位置および取付方向を容易に把握できるようにしている。

【0015】また、請求項 4 にかかるワイヤーハーネスの設計方法は、上記の発明において、前記部品要素の取付位置における取付方向と前記基準平面との角度を算出する角度算出工程と、前記角度算出工程によって算出された角度を出力する出力工程と、をさらに含むことを特徴とする。

【0016】この請求項 4 の発明によれば、角度算出工程によって、前記部品要素の取付位置における取付方向と前記基準平面との角度を算出し、出力工程によって、前記角度算出工程によって算出された角度を出力するようにし、2 次元データへの展開後における部品要素の取付位置および取付方向を容易に把握できるようにしている。

【0017】また、請求項 5 にかかるワイヤーハーネスの設計方法は、上記の発明において、前記角度算出工程によって算出された角度をもとに、複数の所定方向と前記部品要素の取付位置における取付方向との間の角度が最小となる所定方向を決定する方向決定工程と、前記方向決定工程によって決定された方向を出力する取付方向出力工程と、をさらに含むことを特徴とする。

【0018】この請求項 5 の発明によれば、方向決定工程によって、前記角度算出工程によって算出された角度をもとに、複数の所定方向と前記部品要素の取付位置における取付方向との間の角度が最小となる所定方向を決定し、取付方向出力工程によって、前記方向決定工程によって決定された方向を出力するようにしている。

【0019】また、請求項 6 にかかるワイヤーハーネスの設計方法は、2 次元空間に展開されたワイヤーハーネスの 2 次元データを該ワイヤーハーネスが取り付けられる 3 次元空間上に復元してワイヤーハーネスの設計を支援するワイヤーハーネスの設計方法において、前記 2 次元データを前記 3 次元空間上の配置位置に変換する変換工程と、有限要素法を用いて前記変換工程によって変換されたワイヤーハーネス上の歪みエネルギーを算出する算出工程と、を含むことを特徴とする。

10 【0020】この請求項 6 の発明によれば、変換工程によって、2 次元データを前記 3 次元空間上の配置位置に変換し、算出工程によって、有限要素法を用いて前記変換工程によって変換されたワイヤーハーネス上の歪みエネルギーを算出するようにしている。

【0021】また、請求項 7 にかかるワイヤーハーネスの設計方法は、上記の発明において、前記算出工程によって算出された前記歪みエネルギーを表示出力する表示出力工程をさらに含むことを特徴とする。

20 【0022】この請求項 7 の発明によれば、表示出力工程が、前記算出工程によって算出された前記歪みエネルギーを表示出力するようにしている。

【0023】また、請求項 8 にかかるワイヤーハーネスの設計方法は、上記の発明において、前記変換工程が変換する 2 次元データは、部品要素の取付位置における該部品要素の取付方向が所定方向に修正されたデータであることを特徴とする。

30 【0024】この請求項 8 の発明によれば、前記変換工程が変換する 2 次元データを、部品要素の取付位置における該部品要素の取付方向が所定方向に修正されたデータとしている。

【0025】また、請求項 9 にかかるプログラムは、請求項 1～8 に記載されたいずれかの方法をコンピュータに実行させるプログラムであり、そのプログラムが機械読み取り可能となり、これによって、請求項 1～8 のいずれか一つの動作をコンピュータによって実行することができる。

【0026】

40 【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照して、この発明にかかるワイヤーハーネスの設計方法およびこの方法をコンピュータに実行させるプログラムの好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0027】（実施の形態 1）図 1 は、この発明の実施の形態 1 であるワイヤーハーネスの設計方法が適用されたワイヤーハーネスの設計手順を示す全体フローを示す図である。このワイヤーハーネスは車両設計に用いられる。車両設計では、実車の仮想検討を行うためのレイアウト設計が行われ、この際、実車に組み込まれるワイヤーハーネスの 3 次元形状データ D1 と、このワイヤーハーネスの回路図 D2 とが作成される。

50 【0028】ワイヤーハーネスの 3 次元形状データ D1

は、ワイヤーハーネスが実車に組み込まれた状態の3次元データである。この3次元形状データD1には、分岐を含む電線束1、この電線束1に接続されるコネクタ2や各種端子3、電線束1を固定するクランプ4、電線束1を保護する保護材5などの3次元情報が含まれる。回路図D2は、ワイヤーハーネスの電氣的な接続情報を示す。2次元データD3は、3次元形状データD1をもとに、ワイヤーハーネスを2次元平面に展開したデータである。ASSY図D4は、回路図D2が示す回路情報と2次元データD3とをもとに作成した製造用組立図である。

【0029】ASSY板10は、ワイヤーハーネス製造用の組立板であり、ASSY図D4をもとに作成される。また、ASSY図D4の情報をもとにワイヤーハーネスを構成する部品の部品情報D5が得られ、この部品情報D5をもとに集められた部品は、ASSY板10上で組み立てられ、実車組付用のワイヤーハーネス11が製造される。

【0030】この実施の形態1が示すワイヤーハーネスの設計方法は、ワイヤーハーネスの3次元形状データD1から2次元データD3を変換生成する方法である。この3次元形状データD1を2次元データD3に変換する処理手順は、図2に示すフローチャートに基づいて処理される。まず、この3次元形状データD1を2次元データD3に変換する場合、初期形状の設定処理を行う(ステップS101)。

【0031】この初期形状の設定処理は、3次元形状データD1を、ワイヤーハーネスの太さ情報が付加された中心線データに置き換えるとともに、コネクタやクランプなどの部品要素の取付位置での取付方向をダミー要素として設定する。

【0032】たとえば、図3(a)に示す3次元形状データをもつワイヤーハーネスの場合、電線束20の太さ中心を算出するとともに、適切な節点を設定して、二つの節点によって構成された、複数のはり要素21を電線束20の軸方向に沿って生成し、図3(b)に示す等価3次元形状データを生成する。各はり要素21には、電線束20の太さ情報が付加される。節点間の距離、すなわち、はり要素21の長さは、電線束20が極端に折れ曲がった状態とならないように調整される。

【0033】ここで、図4(a)、(b)は、図3

(b)の部分A近傍の拡大図であり、図4(a)は、図3(b)と同じ方向からみた図であり、図4(a)は、Y-Z平面に垂直な方向からみた図である。図4

(a)、(b)に示すように、等価3次元形状データには、ダミー要素22a~22cが付加される。ダミー要素22a~22cは、コネクタやクランプなどの部品要素の取付位置と取付方向とを示している。ダミー要素22a~22cの生成は、まず部品要素の中から、コネクタやクランプを選択し、各部品要素の取付位置と取付方

向とを抽出する。その後、各部品要素の取付位置と取付方向とから、各部品要素が電線束20に取り付けられる節点の位置を求め、この節点の位置と部品要素の取付位置とを直線で結ぶことによって、ダミー要素22a~22cを生成する。

【0034】このようにして設定された等価3次元形状データに対して、その後、基準平面PL(X-Y平面)の決定処理が行われる(ステップS102)。基準平面PLは、2次元データが生成される基準の平面であり、ここでは、図5に示すように、基準となるクランプを一つ選択すると、このクランプ(ダミー要素22)の軸方向に垂直で、ダミー要素22と電線束20との節点を通る平面を基準平面PLとして決定している。ダミー要素22と電線束20との節点を通る平面を基準平面PLとしたのは、電線束20の太さが最も太いからである。すなわち、太い電線束20は、少しの曲げなどによって大きな歪み応力が発生するからである。基準平面PLは、その他、節点の数が最も多い平面を基準平面PLと決定するようにしてもよい。

【0035】この基準平面PLの決定後、はり要素21を幹線と分岐線とに区分する決定を行う(ステップS103)。この幹線と分岐線との区分決定は、まず、各はり要素21から、はり要素の太さ情報を抽出し、最も太いはり要素群(セグメント)を選択する。さらに、この選択したセグメントに連続するセグメントを順次選択し、端点をもつセグメントに到達するまで繰り返す(図6(a)の矢印A1)。ここで、セグメントの順次選択時に分岐が存在する場合、太いセグメントの方を選択する。また、各セグメントには一連のセグメント番号が付され、セグメントの順次選択時に分岐が存在し、しかもセグメントの太さが同じである場合、セグメント番号の小さい方を選択する。このようにして選択された一連のセグメントが幹線23である。

【0036】幹線23が決定されると、その後、分岐線の決定を行う。まず、幹線23に直接接続されたセグメントのうちの最も太いセグメントを第1の分岐線24のセグメントとし、このセグメントに連続する未選択のセグメントを幹線23の決定処理と同様に順次選択し、端点をもつセグメントに到達するまで繰り返し(図6

(b)の矢印A2)、第1の分岐線24を決定する。さらに、幹線23に直接接続され、かつ未選択のセグメントを選択し、このセグメントに連続する未選択のセグメントを順次選択し、端点をもつセグメントに到達するまで繰り返し、他の第1の分岐線24として選択する。

【0037】同様に、第1の分岐線24に直接接続されたセグメントを選択し、このセグメントに接続された未選択のセグメントを選択し、このセグメントに接続されたセグメントを第3の分岐線として選択する。上述した処理を繰り返し、他の分岐線を決定する。なお、この処理が終了した後に、未選択のセグメントをエラーセ

グメントとして削除する。また、節点番号、はり要素番号、セグメント番号は、連番になるように設定し直す。

【0038】幹線・分岐線の決定が終了すると、有限要素法を用いて、幹線 23 の基準平面 PL への落とし込みを行う（ステップ S104）。幹線 23 の基準平面 PL への落とし込みは、分岐線 24 の落とし込みに先んじて行い、固定点（ダミー要素 22a と幹線 23 との節点）を基準として、両側に延びる連続した節点列を、片側ずつ、固定点に近い方から順に基準平面 PL 上に展開する。図 7 では、最初、固定点から Y 軸のプラス側に向かって幹線 23 を順次、基準平面 PL に展開し、その後、図 8 に示すように、固定点から Y 軸のマイナス側に向かって幹線 23 を順次、基準平面 PL に展開している。

【0039】幹線 23 上の各節点は、一定回数の変位を与えた後に、基準平面 PL 上に乗るようにするとともに、基準平面 PL 上では幹線 23 が直線になるように、各節点毎の変位量を計算して付与する。各節点に変位を与える際、節点が基準平面 PL 上でない場合は自由に変位を与えることが可能であり、節点が基準平面 PL 上に存在する場合には、直線化する軸、たとえば Y 軸回りの回転のみ自由となる変位を与えることが可能となる。

【0040】幹線 23 の基準平面 PL への落とし込みが終了すると、有限要素法を用い、分岐線 24 の基準平面 PL への落とし込み処理を行う（ステップ S105）。複数の分岐線 24 の展開順序は、幹線・分岐線の決定処理（ステップ S103）時に付与された分岐線の番号順に行う。分岐線 24 の基準平面 PL への落とし込み処理は、幹線 23 の基準平面 PL への落とし込み処理と同じである（図 9 参照）が、分岐線 24 が落とし込み処理途中で分岐している場合、電線束 20 の太いものから優先して展開する。

【0041】ここで、上述した幹線 23 の基準平面 PL 上への落とし込み処理（ステップ S104）および分岐線 24 の基準平面 PL 上への落とし込み処理（ステップ S105）では、有限要素法を用いている。この有限要素法では、対象物（ワイヤーハーネス）に、所定の荷重／拘束条件が与えられたという前提のもとで、歪みエネルギーが最小になる状態を求めるようにしているため、実車に組み付けられた状態（等価 3 次元形状データ時の状態）を初期値として、基準平面 PL 上に幹線 23 および分岐線 24 を展開した状態を、この有限要素法を用いて求めることになる。

【0042】この結果、基準平面 PL 上に幹線 23 および分岐線 24 を展開した状態における歪みエネルギーは最小となるように展開されることになる。すなわち、基準平面 PL 上におけるエネルギーが、実車に組み付けられた状態のエネルギーに最も近い状態となっている。なお、有限要素法を用いるに際し、ワイヤーハーネスの材料特性の情報も、3 次元形状データから取得している。

【0043】幹線 23 および分岐線 24 の基準平面 PL

上への落とし込み処理が終了すると、初期形状の設定処理（ステップ S101）において設定したダミー要素 22a ～ 22c の取付角度の算出およびその出力を行う（ステップ S106）。ダミー要素 22a ～ 22c は、ワイヤーハーネスを実車に組み付けた際の、クランプなどの部品要素の取付位置および取付方向の情報を保持している。したがって、2 次元データに展開後における部品要素の取付位置および取付方向を確認することができる。

【0044】ここで、部品要素の取付方向と基準平面 PL とのなす角度をクランプ角度と呼び、最終的に展開された 2 次元データをもとにクランプ角度が算出される。2 次元データ上に、部品要素の取付位置とこのクランプ角度とが表示出力される。たとえば、図 10 に示す 2 次元データでは、ダミー要素 C2 に対するクランプ角度が「10°」の角度をもつとして表示される。これによって、ASSY 図などを用いたワイヤーハーネスの作成が容易になる。

【0045】このクランプ角度は、つぎのように定義している。すなわち、幹線 23 上に部品要素が存在する場合、図 11 (a) に示す右手系の 3 次元座標として定義し、幹線 23 を Y 軸に平行になる 2 次元データとして変換しているため、幹線 23 上の部品要素は、X-Z 平面内に存在することになる。Y 軸を正の向きに回転し、X 軸が部品要素の方向と重なるときの角度（0° ～ 360°）によって、角度と方向を表すようにしている。ここで、Y 軸回りに正の向きの回転とは、Y 軸の負の方向に見て反時計回りに回転させることである。したがって、部品の取付方向が X 軸の正方向であるとき、クランプ角度は、0° であり、Z 軸の正方向であるとき、クランプ角度は、90° となる。

【0046】一方、部品要素が分岐線 24 上に存在する場合、直線化された分岐線 24 の方向をローカルな Y 軸（Y1 軸）とし、幹線 23 側から分岐線 24 に向かう方向をローカルな Y 軸（Y1 軸）の正方向として、右手系の座標軸を定義する（図 11 (b), (c) 参照）。

【0047】このようなクランプ角度を知ることによって ASSY 板 10 上における部品要素の実取付方向を容易に決定することができる。すなわち、取付角度の算出および出力（ステップ S106）の結果をもとに、部品要素の実取付方向を算出し、出力する（ステップ S107）。たとえば、部品要素の実取付方向は、Y 軸または Z 軸上に向けるようにしているため、図 12 (a) に示したクランプ角度  $\alpha$  が 30° である場合、部品要素であるクランプ 4 は、X 軸の正方向の向きが一番近いことになり、クランプ 4 の実取付方向は、X 軸の正方向となる。

【0048】ここで、他のワイヤーハーネスの例をとって、3 次元形状データから 2 次元データに変換した結果について説明する。図 13 は、他のワイヤーハーネスの



3次元形状データ30を示す図である。この3次元形状データ30をもとに、図2に示した3次元形状データから2次元データへの変換処理を施すと、図14に示した2次元データが生成される。

【0049】図14に示した2次元データでは、直線化された幹線32を中心に複数の直線化された分岐線33が2次元に展開されている。また、部品要素の取付位置特にクランプの取付位置C1～C13には、クランプ角度と実取付方向とが表示出力されている。たとえば、クランプC9の取付位置では、クランプ角度が356°であり、実取付方向は、矢印で示されるようにX軸の正方向として示されている。なお、他のクランプ、たとえばクランプC8の「UP」とは、実取付方向が上側すなわちZ軸の負方向であることを示している。

【0050】この実施の形態1によれば、ワイヤーハーネスの3次元形状データを2次元データに展開する際、有限要素法を用いて歪みエネルギーが最小となるように展開しているので、実車に組み付けられたエネルギー状態とほぼ同じエネルギー状態で展開することができ、展開された2次元データをもとに製作されたワイヤーハーネスを実車に組み込む際、確実かつ容易に組み込むことができ、結果としてワイヤーハーネスの設計にかかる時間と労力を削減することができ、開発期間の短縮を図ることができる。

【0051】また、部品要素の取付位置および取付方向が保持された2次元データとしているので、部品要素の実取付方向を容易に得ることができ、結果としてワイヤーハーネスの設計にかかる時間と労力を削減することができ、開発期間の短縮を図ることができる。

【0052】（実施の形態2）つぎに、この発明の実施の形態2について説明する。上述した実施の形態1では、ワイヤーハーネスの3次元形状データを2次元データに展開するようにしていたが、この実施の形態2では、展開された2次元データを、実車に組み付け状態の3次元形状データに変換するようにしている。すなわち、図15に示すように、この実施の形態2では、上述した実施の形態1によって得られた2次元データD3を、実車に組み付け状態となっているワイヤーハーネスの3次元形状データD1に変換するようにしている。

【0053】ここで、図16に示すフローチャートを参照して、2次元データD3の3次元形状データD1への変換処理手順について説明する。まず、展開された2次元データD3を3次元形状データD1に変換するとともに、有限要素法を用いて歪みエネルギーを演算する（ステップS201）。この3次元形状データD1への変換は、実車を含む3次元形状データ内に配置された部品要素と、2次元データD3に取り付けられる部品要素との位置を合わせ、かつ、2次元データD3から3次元形状データD1への変換時に生じた歪みエネルギーを有限要素法を用いて演算する。その後、この演算された歪みエ

ネルギーを3次元形状データD1内に表示出力する（ステップS202）。この表示出力は、たとえば所定値異常の歪みエネルギーが発生している箇所は組付不可能であることを、色や文字などを出力することによって行う。

【0054】この実施の形態2によれば、2次元データD3を3次元形状データに変換し、この際、有限要素法を用いて歪みエネルギーを算出するようにしているので、2次元データD3をもとに製作されたワイヤーハーネスが確実かつ容易に実車に組み付けられるか否かを容易に認識することができ、開発期間の短縮を図ることができる。

【0055】なお、上述した実施の形態1および実施の形態2に示した方法は、これらの方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されている。また、上述した実施の形態1および実施の形態2を適宜組み合わせるにしてもよい。さらに、上述した実施の形態1、2では、ワイヤーハーネスの3次元形状データを2次元データに展開するようにしているが、これに限らず、複雑な網状の3次元形状データを2次元データに展開する場合にも適用できるのは明らかである。

#### 【0056】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1にかかる発明によれば、まず、変換工程によって、ワイヤーハーネスの3次元データを、太さ情報をもつ中心線データである等価3次元データに変換し、基準平面決定工程によって、前記等価3次元データを2次元に展開し、区分工程によって、前記等価3次元データを幹線データとその他の支線データとに区分し、第1展開工程によって、前記幹線データを直線化し、有限要素法を用いて該幹線データの歪みエネルギーが最小となる状態で該幹線データを前記基準平面上に展開し、第2展開工程によって、前記支線データを線分化し、有限要素法を用いて該支線データの歪みエネルギーが最小となる状態で該支線データを前記基準平面上に展開するようにし、展開された2次元データは、有限要素法によって、歪みエネルギーが最小となるように展開されるので、2次元データは、装置に組み付けられたエネルギー状態とほぼ同じエネルギー状態で展開されており、展開された2次元データをもとに製作されたワイヤーハーネスを装置に組み込む際、確実かつ容易に組み込むことができ、結果としてワイヤーハーネスの設計にかかる時間と労力を削減することができ、開発期間の短縮を図ることができるという効果を奏する。

【0057】また、請求項2にかかる発明によれば、前記変換工程が、前記3次元データから、太さ情報をもつ中心線データに変換するとともに、前記ワイヤーハーネスに取り付けられる部品要素の取付位置と取付方向とを該中心線データにさらに付加した補正3次元データに変



換するようにしているので、部品要素の実取付方向を容易に把握することができ、結果としてワイヤーハーネスの設計にかかる時間と労力を削減することができ、開発期間の短縮を図ることができるという効果を奏する。

【0058】また、請求項3にかかる発明によれば、変換工程によって、ワイヤーハーネスの3次元データから、太さ情報をもつ中心線データに変換するとともに、前記ワイヤーハーネスが取り付けられる部品要素の取付位置と取付方向とを該中心線データにさらに付加した等価3次元データに変換し、基準平面決定工程によって、前記等価3次元データを2次元に展開する基準平面を決定し、区分工程によって、前記等価3次元データを幹線データとその他の支線データとに区分し、第1展開工程によって、前記幹線データを直線化し、該幹線データを前記基準平面上に展開し、第2展開工程によって、前記支線データを線分化し、該支線データを前記基準平面上に展開するようにし、2次元データへの展開後における部品要素の取付位置および取付方向を容易に把握できるようにしているので、部品要素の実取付方向を確実かつ容易に決定することができ、結果としてワイヤーハーネスの設計にかかる時間と労力を削減することができ、開発期間の短縮を図ることができるという効果を奏する。

【0059】また、請求項4にかかる発明によれば、角度算出工程によって、前記部品要素の取付位置における取付方向と前記基準平面との角度を算出し、出力工程によって、前記角度算出工程によって算出された角度を出力するようにし、2次元データへの展開後における部品要素の取付位置および取付方向を容易に把握できるようにしているので、部品要素の実取付方向を確実かつ容易に決定することができ、部品要素の取付誤差を小さくでき、結果としてワイヤーハーネスの設計にかかる時間と労力を削減することができ、開発期間の短縮を図ることができるという効果を奏する。

【0060】また、請求項5にかかる発明によれば、方向決定工程によって、前記角度算出工程によって算出された角度をもとに、複数の所定方向と前記部品要素の取付位置における取付方向との間の角度が最小となる所定方向を決定し、取付方向出力工程によって、前記方向決定工程によって決定された方向を出力するようにしているので、部品要素の実取付方向を確実かつ容易に決定することができ、部品要素の取付誤差を小さくでき、結果としてワイヤーハーネスの設計にかかる時間と労力を削減することができ、開発期間の短縮を図ることができるという効果を奏する。

【0061】また、請求項6にかかる発明によれば、変換工程によって、2次元データを前記3次元空間上の配置位置に変換し、算出工程によって、有限要素法を用いて前記変換工程によって変換されたワイヤーハーネス上の歪みエネルギーを算出するようにしているので、2次

元データをもとに製作されたワイヤーハーネスが確実かつ容易に装置に組み付けられるか否かを容易に認識することができ、開発期間の短縮を図ることができるという効果を奏する。

【0062】また、請求項7にかかる発明によれば、表示出力工程が、前記算出工程によって算出された前記歪みエネルギーを表示出力するようにしているので、2次元データをもとに製作されたワイヤーハーネスが確実かつ容易に装置に組み付けられるか否かを容易に認識することができ、開発期間の短縮を図ることができるという効果を奏する。

【0063】また、請求項8にかかる発明によれば、前記変換工程が変換する2次元データを、部品要素の取付位置における該部品要素の取付方向が所定方向に修正されたデータとしているので、2次元データをもとに製作されたワイヤーハーネスが確実かつ容易に装置に組み付けられるか否かを容易に認識することができ、開発期間の短縮を図ることができるという効果を奏する。

【0064】また、請求項9にかかる発明によれば、請求項1～8のいずれか一つに記載された方法をコンピュータに実行させるプログラムとし、そのプログラムが機械読み取り可能となり、これによって、請求項のいずれか一つの動作をコンピュータによって実行することができるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態1であるワイヤーハーネスの設計方法が適用されたワイヤーハーネスの設計手順を示す全体フローを示す図である。

【図2】この発明の実施の形態1である3次元形状データを2次元データに変換する処理手順を示すフローチャートである。

【図3】図2に示した初期形状の設定処理を説明する図である。

【図4】図2に示した初期形状の設定処理におけるダミー要素の設定を説明する図である。

【図5】図2に示した基準平面の決定処理を説明する図である。

【図6】図2に示した幹線・分岐線の決定処理を説明する図である。

【図7】図2に示した有限要素法を用いた幹線の落とし込み処理を説明する図である。

【図8】図2に示した有限要素法を用いた幹線の落とし込み処理を説明する図である。

【図9】図2に示した有限要素法を用いた分岐線の落とし込み処理を説明する図である。

【図10】2次元データの一部を示す図である。

【図11】クランプ角度の座標系を説明する図である。

【図12】実取付方向の決定を説明する図である。

【図13】他の3次元形状データの一例を示す図である。

【図14】図13に示した3次元形状データを変換した2次元データを示す図である。

【図15】この発明の実施の形態2であるワイヤーハーネスの設計方法の全体フローを示す図である。

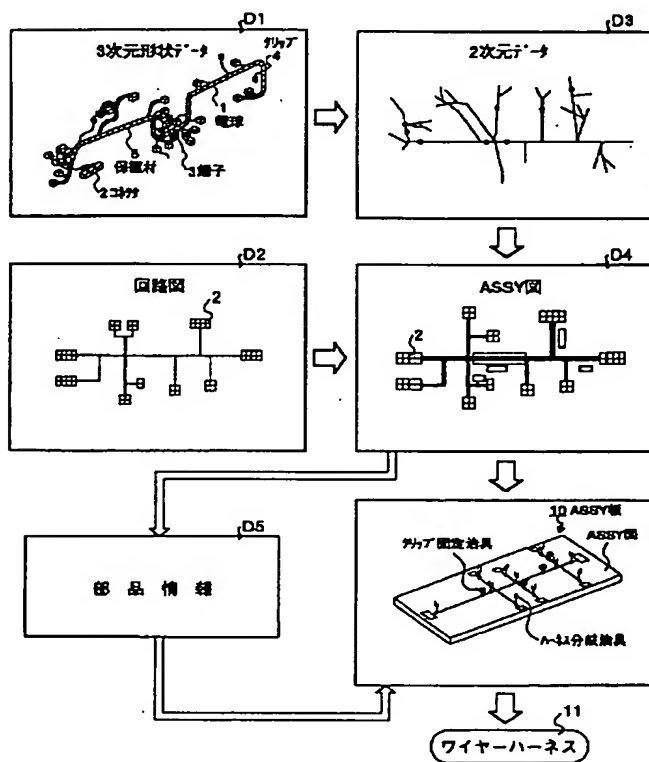
【図16】この発明の実施の形態2である2次元データを3次元形状データに変換する処理手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

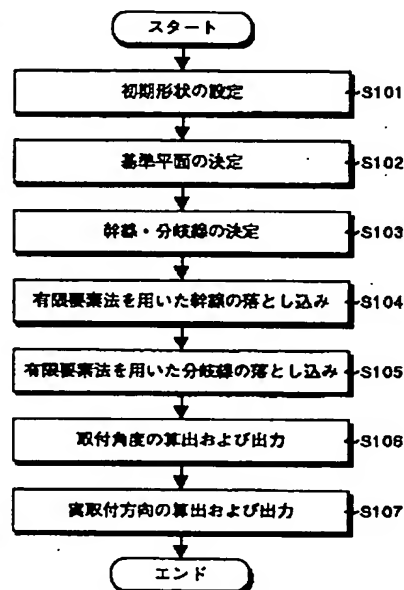
1, 20 電線束  
2 コネクタ

3 端子  
4 クランプ  
5 保護材  
10 ASSY板  
11 ワイヤーハーネス  
21 はり要素  
22a~22c ダミー要素  
23, 32 幹線  
24, 33 分岐線  
10 PL 基準平面

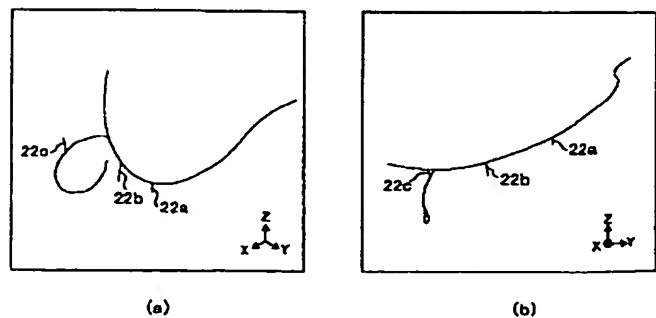
【図1】



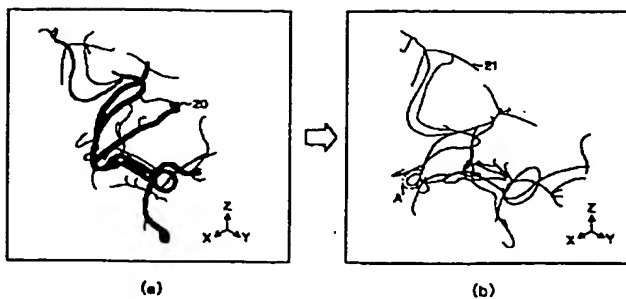
【図2】



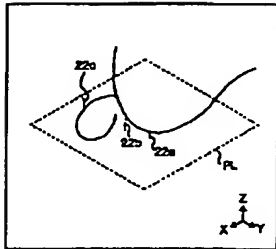
【図4】



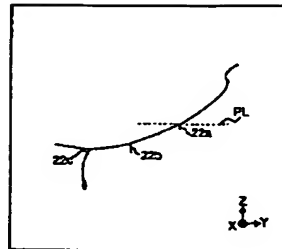
【図3】



【図5】

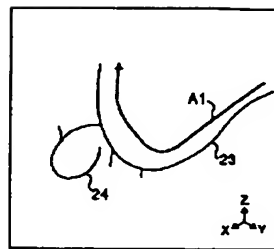


(a)

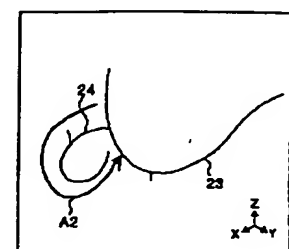


(b)

【図6】

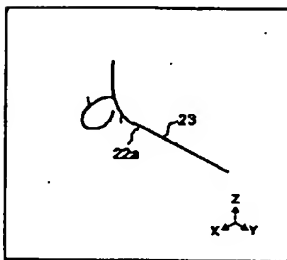


(a)

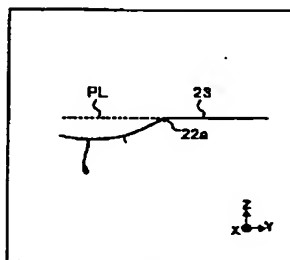


(b)

【図7】

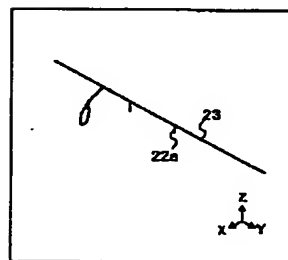


(a)

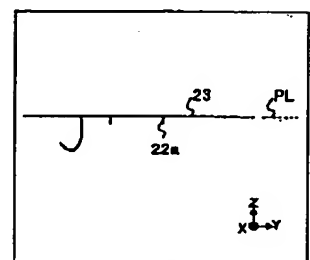


(b)

【図8】

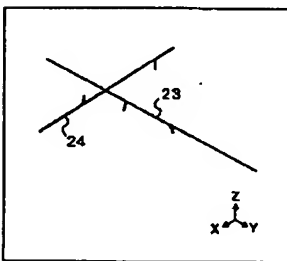


(a)

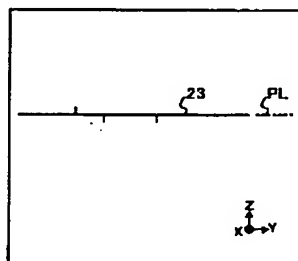


(b)

【図9】

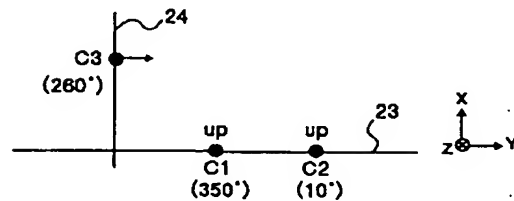


(a)

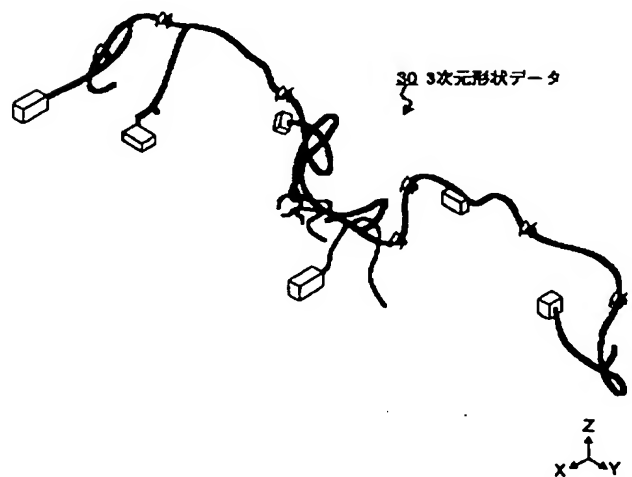


(b)

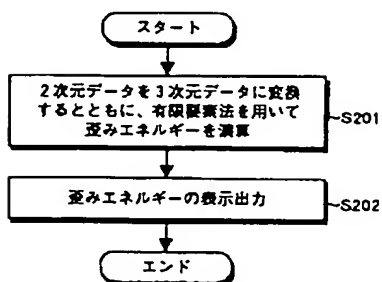
【図10】



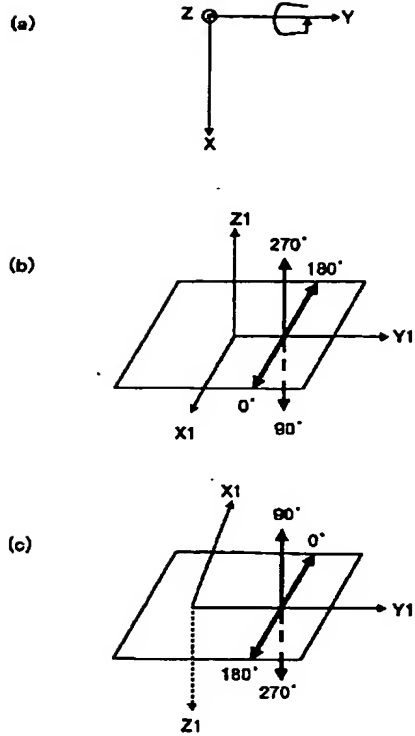
【図13】



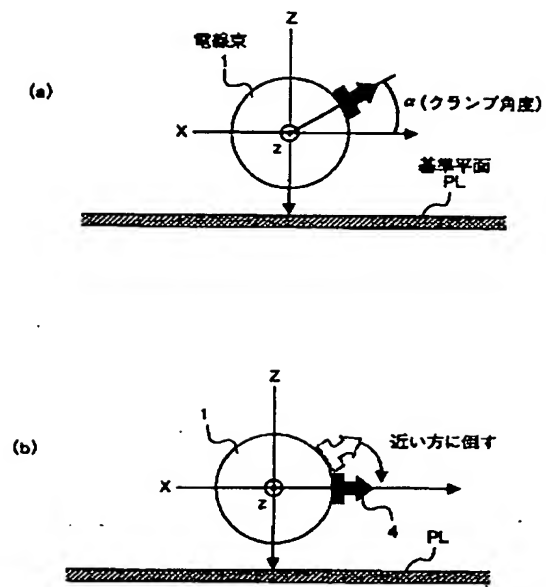
【図16】



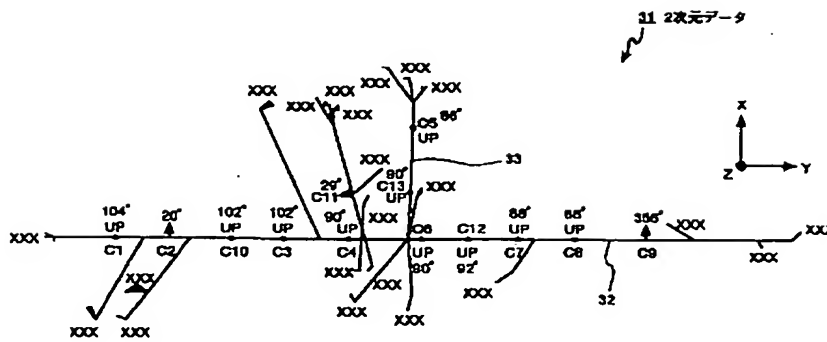
【図11】



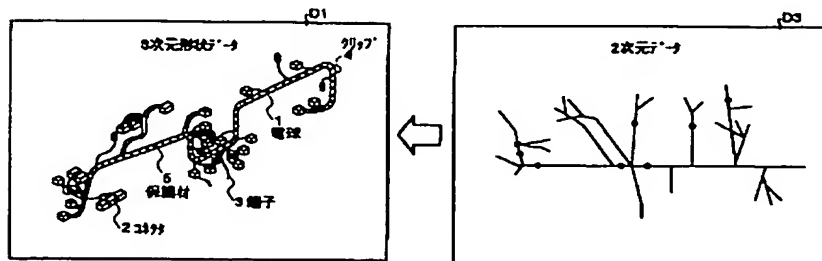
【図12】



【図14】



【図15】



## フロントページの続き

(72)発明者 福島 稔  
東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古  
河電気工業株式会社内

(72)発明者 浅井 和久  
滋賀県犬上郡甲良町大字尼子 1000 番地 古  
河オートモーティブパーツ株式会社内

(72)発明者 岩沢 克巳  
東京都千代田区内神田 2 丁目 16 番 8 号 古  
河インフォメーション・テクノロジー株式  
会社内

(72)発明者 佐々木 義高  
東京都千代田区内神田 2 丁目 16 番 8 号 古  
河インフォメーション・テクノロジー株式  
会社内

(72)発明者 内記 綾子  
東京都千代田区内神田 2 丁目 16 番 8 号 古  
河インフォメーション・テクノロジー株式  
会社内

(72)発明者 柴田 恵一  
東京都千代田区内神田 2 丁目 16 番 8 号 古  
河インフォメーション・テクノロジー株式  
会社内

F ターム(参考) 5B046 AA07 BA05 DA02 DA08 FA16  
JA07  
5G363 AA16 BA02 DC02